

## 明 細 書

### 液処理装置および液処理方法

#### 発明の背景

##### 発明の技術分野

本発明は、半導体ウエハやLCD基板等の各種基板に対して所定の液処理を施すために用いられる液処理装置および液処理方法に関する。

##### 関連技術の説明

例えば、半導体デバイスの製造工程においては、基板としての半導体ウエハ（以下、「ウエハ」という。）を所定の薬液や純水等の処理液によって処理し、ウエハからパーティクル、有機汚染物、金属不純物等のコンタミネーションや有機物、酸化膜を除去するウエハ液処理装置が使用されている。

例えば、ウエハ液処理装置として、複数枚のウエハを液処理室内に収納してバッチ式に処理するものが知られているが、このような装置では、従来、略円錐形に処理液を吐出するように吐出口が形成されたノズルを用いて、処理液を面内方向で回転するウエハの側面上方からウエハに向けて吐出・噴射することで、液処理を行っていた。

しかしながら、このような方法では、ウエハに処理液がかかるものの、ウエハの側面に当たって液処理室内壁に飛ばされ、内壁を伝って排出される処理液が多い等、処理液が効率よくウエハの液処理面に当たっているとは言い難い。つまり、ウエハ表面のコンタミネーションの除去のために、処理液を大量消費し、しかも処理時間が長時間化する問題があった。また、このような処理液を大量消費するにもかかわらず、コンタミネーションの除去が不十分となり易く、液処理むらの発生をも引き起こし易いものであった。

## 発明の概要

本発明は、上述した課題に鑑みてなされたものであり、処理液を効率的にウエハ等の基板に吐出することにより、液処理効果を向上させ、基板の品質を向上させることを目的とする。

本発明の第1の特徴は、被処理基板を収容する処理チャンバを取り囲む処理容器と、前記被処理基板に処理液を供給して液処理を行うノズルであって、前記処理液を平面状に吐出する吐出口を有するノズルとを備えたことである。

従って、各基板の処理面を目標として処理液が吐出されることから、少量、短時間の液処理で、効率的に基板表面のコンタミネーションを除去しつつ、基板全体にわたって均一な液処理を行うことができる。

本発明の第2の特徴は、前記被処理基板は、その被処理面が略平行になるように配置された複数の被処理基板であり、前記吐出口は、前記複数の被処理基板に並設されていることである。

本発明の第3の特徴は、前記被処理基板は、その略中心まわりに回転するようになされていることである。

本発明の第4の特徴は、前記吐出口は、前記複数の被処理基板の1枚の基板に対して1つずつそれぞれ設けられていることである。

本発明の第5の特徴は、前記複数の被処理基板は、隣接する前記被処理基板の前記被処理面が対向するように配置され、前記吐出口は、前記被処理面が対向している前記一对の被処理基板に対して1つずつ設けられていることである。

本発明の第6の特徴は、平面状に吐出される前記処理液が前記複数の被処理基板間に吐出されることである。

本発明の第7の特徴は、平面状に吐出される前記処理液が、前記被処理基板の被処理面に対して斜め方向に吐出され、前記被処理基板の略中心に当たるように吐出されることである。

本発明の第8の特徴は、前記吐出口が、前記被処理基板の被処理面からこの被処理面に対して垂直方向に離間し、かつ前記被処理基板の径方向外方に位置していることである。

本発明の第 9 の特徴は、前記処理液の吐出形状が略扇形であることである。

本発明の第 10 の特徴は、前記被処理基板は円盤状であり、前記被処理面に吐出される平面状の処理液の前記被処理面上での幅は、前記被処理基板の直径に略等しいことである。

本発明の第 11 の特徴は、前記ノズルは、前記被処理基板に対応して形成された複数の台座を有するノズル本体と、前記吐出口が形成され前記複数の台座に装着されたノズル部材とを有し、前記台座は、前記ノズル部材が前記被処理基板の前記被処理面に対して斜めに処理液を吐出できるように傾斜して形成されていることである。

本発明の第 12 の特徴は、前記ノズルは、ノズル本体を有し、このノズル本体に前記複数の吐出口が前記被処理基板の前記被処理面に対して斜めに処理液を吐出できるように傾斜して直接形成されていることである。

本発明の第 13 の特徴は、前記複数の吐出口は、前記複数の被処理基板のそれぞれに対応して配置された複数の主吐出口と、この主吐出口のうち最も両外側に位置する吐出口のさらに外側にそれぞれ設けられた副吐出口と、を有することである。

本発明の第 14 の特徴は、前記ノズルは、前記被処理基板に対して周方向に離間して配置された第 1 のノズルと第 2 のノズルとを有し、前記第 1 のノズルは、前記配列された複数の被処理基板のうち 1 つおき位置している被処理基板に処理液を吐出する複数の第 1 の吐出口を有し、前記第 2 のノズルは、前記配列された複数の被処理基板のうち、前記第 1 のノズルの前記第 1 の吐出口が処理液を吐出する被処理基板以外の 1 つおきの被処理基板に対して処理液を吐出する複数の第 2 の吐出口を有していることである。

本発明の第 15 の特徴は、前記吐出口が、前記被処理基板の中心軸線を含む水平面より上方の空間であって、かつ前記被処理基板の上方投影空間以外の位置に配設されていることである。

本発明の第 16 の特徴は、前記処理容器の下側内面に、水平方向とのなす角が 5° 以上となる勾配が形成されていることである。

本発明の第 17 の特徴は、前記ノズルは前記吐出口へ処理液を供給するノズル内通路を有し、このノズル内通路は断面略矩形状に形成されていることである。

本発明の第 18 の特徴は、複数の被処理基板を保持するウエハ保持部材と、このウエハ保持部材が架設された円盤と、これら円盤とウエハ保持部材とを収容する処理容器と、この処理容器の内面であって、前記円盤と対向する部分に設けられ、前記円盤の前記処理容器内面側の面に洗浄流体を供給する吐出口とを備えたことである。

本発明の第 19 特徴は、処理液を平面状に吐出する吐出口が形成されたノズルを使用し、処理容器内に保持された基板に前記処理液を供給する液処理方法であって、前記平面状に吐出された処理液を、前記被処理基板の被処理面に対して斜め方向かつ前記処理面の略中心に向けて吐出することである。

本発明の第 20 の特徴は、処理液を平面状に吐出する吐出口が形成されたノズルを使用し、処理容器内に保持された基板に前記処理液を供給する液処理方法であって、前記平面状に吐出された処理液を、前記被処理基板の被処理面に沿うように近接して吐出することである。

#### 図面の簡単な説明

図 1 は、本発明の適用される洗浄処理装置の一例を示す斜視図。

図 2 は、本発明の適用される洗浄処理装置の一例を示す平面図。

図 3 は、本発明の一実施の形態である洗浄処理ユニットを示す断面図。

図 4 は、図 3 に示した洗浄処理ユニットにおいて、内側チャンバを外側チャンバの外部に出した状態を示す断面図。

図 5 は、図 3 に示した洗浄処理ユニットにおいて、外側チャンバの内部に内側チャンバを配置した状態を示す断面図。

図 6 A は、吐出ノズルの一実施の形態を示す斜視図、図 6 B は図 6 A 中矢印 A A 方向から見た図。図 6 C は、図 6 B 中 C - C 線に沿う断面図。

図 7 は、吐出ノズルの他の実施の形態を示す斜視図。

図 8 A は、吐出口から吐出される処理液の状態をウエハの軸線方向から見た説明図、図 8 B は、吐出口から吐出される処理液の状態を、図 8 A 中矢印 B B 方向から

見た図、図 8 C は、図 8 A と同じ方向から見た図であって、吐出角度がウエハの直径より小さい場合を示す図、図 8 D は、図 8 A と同じ方向から見た図であって、吐出角度がウエハの直径より大きい場合を示す図、

図 9 A は、吐出ノズルのさらに他の実施の形態を示す斜視図、図 9 B は、図 9 A で示す吐出ノズルを実際にウエハの洗浄に使用した状態を示す図、図 9 C は、吐出ノズルにおいて、両サイドの吐出口からの吐出方向が偏向する状態を示す図。

図 10 A は、吐出ノズルのさらに別の実施の形態を示す斜視図、図 10 B は、図 10 A に示す一对の吐出ノズルの周方向の配置を示す図。

図 11 は、ウエハに対する吐出ノズルの配置の適否を示す図。

図 12 A は、吐出ノズルのさらに別の実施の形態を示す正面図、図 12 B は、図 12 A に示す吐出ノズルの下面図。

図 13 A は、図 12 A に示す吐出ノズルの処理液の吐出状態をウエハの軸線方向から見た図、図 13 B は、図 12 A に示す吐出ノズルの処理液の吐出状態を図 13 A 中矢印 B B 方向から見た図、

図 14 は、吐出ノズルの処理液の吐出範囲をウエハの直径の半分にした場合を示す図。

図 15 A は、2 枚のウエハを 1 つの吐出口で処理する場合を示す、ウエハの軸線方向から見た図、図 15 B は、図 15 A 中矢印 D D 方向から見た図。

### 好適な実施の形態の説明

以下、添付図面を参照して、本発明の実施の形態について具体的に説明する。

本発明の液処理装置は、各種基板の洗浄処理装置や液塗布処理装置等に適用できるが、本実施形態では、半導体ウエハ（ウエハ）の搬入、洗浄、乾燥、搬出をバッチ式に一貫して行うように構成された洗浄処理装置として用いた場合について説明する。

図 1 は本実施形態に係る洗浄処理装置の斜視図であり、図 2 はその平面図である。これら図 1 および図 2 に示されるように、洗浄処理装置 1 は、ウエハ W を収納可能

なキャリア（基板収納容器）Cの搬入出が行われるイン・アウトポート（容器搬入出部）2と、ウエハWに対して洗浄処理を実施する洗浄処理ユニット3と、イン・アウトポート2と洗浄処理ユニット3との間に設けられ、洗浄処理ユニット3に対してキャリアCの搬入出を行うためのステージ部4と、キャリアCを洗浄するキャリア洗浄ユニット5と、複数のキャリアCをストックするキャリアストックユニット6とを備えている。なお、参照符号7は電源ユニットであり、8はケミカルタンクボックスである。

イン・アウトポート2は、4個のキャリアCを載置可能な載置台10と、キャリアCの配列方向に沿って形成された搬送路11を移動可能に設けられ、載置台10のキャリアCをステージ部4に搬送し、かつステージ部4のキャリアCを載置台10に搬送するためのキャリア搬送機構12とを有している。キャリアC内には例えば26枚のウエハWを収納可能となっており、キャリアCはウエハWの面が鉛直に配列されるように配置されている。

ステージ部4は、キャリアCを載置するステージ13を有しており、イン・アウトポート2からこのステージ13に載置されたキャリアCがシリンダを用いたキャリア搬送機構により洗浄処理ユニット3内に搬入され、洗浄処理ユニット3内のキャリアCがこのキャリア搬送機構によりステージ13に搬出される。

なお、ステージ13には、載置台10からキャリア搬送機構12のアームを回転させてキャリアCが載置されるため、載置台10とは逆向きにキャリアCが載置される。このため、ステージ13にはキャリアCの向きを戻すための反転機構（図示せず）が設けられている。

ステージ部4と洗浄処理ユニット3の間には仕切壁14が設けられており、仕切壁14には搬入出用の開口部14aが形成されている。この開口部14aはシャッター15により開閉可能となっており、処理中にはシャッター15が閉じられ、キャリアCの搬入出時にはシャッター15が開けられる。

キャリア洗浄ユニット5は、キャリア洗浄槽16を有しており、後述するように洗浄処理ユニット3においてウエハWが取り出されて空になったキャリアCが洗浄されるようになっている。

キャリアストックユニット6は、洗浄前のウエハWが入ったキャリアCや洗浄前

のウエハWが取り出されて空になったキャリアCを一時的に待機させるためや、洗浄後のウエハWを収納するための空のキャリアCを予め待機させるためのものであり、上下方向に複数のキャリアCがストック可能となっており、その中の所定のキャリアCを載置台10に載置したり、その中の所定の位置にキャリアCをストックしたりするためのキャリア移動機構を内蔵している。

次に、洗浄処理ユニット3について説明する。図3は洗浄処理ユニット3の内部を示す断面図、図4および図5は洗浄処理ユニットの洗浄処理部を示す断面図であり、図4は内側チャンバ27を外側チャンバ26の外部に出した状態（このような状態にある位置を「退避位置」と呼ぶこととする。）、図5は外側チャンバ26の内部に内側チャンバ27を配置した状態（このような状態にある位置を「処理位置」と呼ぶこととする。）を示している。

洗浄処理ユニット3の内部には、図3に示すように、洗浄処理部20と、洗浄処理部20の直下にキャリアCを待機させるキャリア待機部30と、キャリア待機部30に待機されたキャリアC内の複数のウエハWを押し上げて洗浄処理部20に移動させ、かつ洗浄処理部20の複数のウエハWを保持してキャリア待機部30のキャリアCに収納させるためのウエハ移動機構40とが設けられている。

キャリア待機部30は、キャリア搬送機構35のスライドステージ32を載置するステージ31を有しており、ステージ31上でキャリアCを待機させるようになっている。キャリア待機部分であるステージ31は、ロータ24の直下に設けられている。なお、図3に示すように、キャリア待機部30上方のウエハ移動路の途中には、ウエハ移動路を挟んで前後に発光子および発光子が配置された複数対の光学センサーからなるウエハ検知部115が設けられており、このウエハ検知部115をウエハが通過することにより、ウエハWの枚数確認および正規に保持されていないウエハ（いわゆるジャンプスロット）の有無の確認が行われる。

ウエハ移動機構40は、ウエハWを保持するウエハ保持部材41と、鉛直に配置されウエハ保持部材41を支持する支持棒42と、支持棒42を介してウエハ保持部材41を昇降する昇降駆動部43とを有しており、昇降駆動部43によりウエハ保持部材41を昇降させることにより、キャリア待機部30にあるキャリアCに収納された洗浄処理前のウエハWを上方の洗浄処理部20のロータ24内に移動させ、

またはロータ 2 4 内の洗浄処理後のウエハ W をキャリア待機部 3 0 にあるキャリア C に移動させるようになっている。

洗浄処理部 2 0 は、ウエハ W のエッチング処理後にレジストマスク、エッチング残渣であるポリマー層等を除去するものであり、鉛直に設けられた支持壁 1 8 と、回転軸 2 3 a を水平にして支持壁 1 8 に固定されたモータ 2 3 と、モータ 2 3 の回転軸 2 3 a に取り付けられたロータ 2 4 と、モータ 2 3 の回転軸 2 3 a を囲繞する円筒状の支持筒 2 5 と、支持筒 2 5 に支持され、ロータ 2 4 を囲繞するように構成される外側チャンバ 2 6 と、外側チャンバ 2 6 の内側に配置された状態で薬液処理を行う内側チャンバ 2 7 とを有している。

ロータ 2 4 は、鉛直にされた複数（例えば 2 6 枚）のウエハ W を水平方向に配列した状態で保持可能となっており、このロータ 2 4 は、モータ 2 3 によって回転軸 2 3 a を介して、係止部材 7 1 a ・ 7 1 b （7 1 a の背面に位置。図示せず。）・ 7 2 a ・ 7 2 b （7 1 a の背面に位置。図示せず。）によって係止され、ウエハ保持部材 8 3 a ・ 8 3 b （8 3 a の背面に位置。図示せず。）により保持された複数のウエハ W とともに回転されるようになっている。なお、係止部材 7 1 a ・ 7 1 b ・ 7 2 a ・ 7 2 b は、所定の間隔をおいて配置された一对の円盤 7 0 a ・ 7 0 b に架設されている。

外側チャンバ 2 6 は円筒状をなし、処理位置（図 3 の二点鎖線）と支持筒 2 5 の外側の退避位置（図 3 の実線）との間で移動可能に構成されており、ウエハ W の搬入出時には図 3 に示すように退避位置に位置される。また、図 4 に示すように、外側チャンバ 2 6 が処理位置にあり、内側チャンバ 2 7 が退避位置にある際には、外側チャンバ 2 6 と、モータ 2 3 側の垂直壁 2 6 a と、先端側の垂直壁 2 6 b とで処理空間 5 1 が形成される（図 4 参照）。垂直壁 2 6 a は支持筒 2 5 に取り付けられており、支持筒 2 5 と回転軸 2 3 a との間にはベアリング 2 8 が設けられている。また、垂直壁 2 6 a と支持筒 2 5 の先端部はラビリンスシール 2 9 によりシールされており、モータ 2 3 で発生するパーティクル等が処理空間 5 1 に侵入することが防止されている。なお、支持筒 2 5 のモータ 2 3 側端部には外側チャンバ 2 6 、内側チャンバ 2 7 を係止する係止部材 2 5 a が設けられている。

内側チャンバ 2 7 は外側チャンバ 2 6 よりも径が小さい円筒状をなし、図 5 に示



す処理位置と図 3、図 4 に示す支持筒 2 5 の外側の退避位置との間で移動可能に構成されており、ウエハ W の搬入出時には外側チャンバ 2 6 とともに退避位置に位置される。また、図 5 に示すように内側チャンバ 2 7 が処理位置にある際には、内側チャンバ 2 7 と、垂直壁 2 6 a ・ 2 6 b とで処理空間 5 2 が形成される。なお、処理空間 5 1 および処理空間 5 2 は、シール機構により密閉空間とされる。

処理空間 5 1 の上端近傍部分には、多数の吐出口 5 3 を有する 2 本の吐出ノズル 5 4 が垂直壁 2 6 b に取り付けられた状態で水平方向に沿って配置されている。吐出ノズル 5 4 からは、図示しない供給源から供給された純水、IPA、各種薬液等の処理液や、N<sub>2</sub>ガスが吐出可能となっている。

処理空間 5 2 の上端近傍には、多数の吐出口 5 5 を有する 2 本の吐出ノズル 5 6 が内側チャンバ 2 7 に取り付けられた状態で水平方向に沿って配置されている。この吐出ノズル 5 6 には、フィルタ 1 0 1 を介してダイヤフラムポンプ 1 0 3 が接続され、このダイヤフラムポンプ 1 0 3 には、図示しない供給源が接続されている。このフィルタ 1 0 1 は、供給流体の圧力変動に対してダンパの機能を有しており、ダイヤフラムポンプ 1 0 3 からの吐出圧に脈動があっても、この脈動を吸収することができる。従って、供給源からの流体を吐出ノズル 5 6 から均一に吐出することができ、ウエハの処理の均一性を維持することができる。特に、回転するウエハに脈動する処理液を供給すると、回転周期との関係でウエハに処理ムラが生じやすい。しかしながら、この装置にあっては、フィルタ 1 0 1 によって処理液を均一に吐出しているため、このような回転周期に起因する処理ムラをも防止することができる。

吐出ノズル 5 6 からは、図示しない供給源から供給された各種薬液、純水、IPA 等の処理液が吐出可能となっている。これらの吐出ノズル 5 4 ・ 5 6 としては、例えば、PTFE や PFA 等のフッ素樹脂製のものや、ステンレス製のものが好適に用いられる。

なお、内側チャンバ 2 7 の上部内壁には、円盤 7 0 a ・ 7 0 b のウエハ W に対向する面を洗浄するための処理液の吐出ノズル（図示せず）が設けられており、また、垂直壁 2 6 a ・ 2 6 b には、円盤 7 0 a ・ 7 0 b のそれぞれ垂直壁 2 6 a ・ 2 6 b と対向する面を洗浄するための処理液の吐出ノズル 7 4 a ・ 7 4 b が配設されている。これらの吐出ノズルは、主に種々の薬液処理後に純水で円盤 7 0 a ・ 7 0 b の



リンスを行う目的に使用され、乾燥を行う時には $N_2$ ガスが供給される。また、ノズル自体は、処理流体を円錐状に噴射する円錐状ノズル、扇状に噴射する扇状ノズルのいずれであってもよい。

上記先端側の垂直壁 2 6 b の下部には、図 4 の状態において処理空間 5 1 から使用済みの薬液、純水、IPA を排出する第 1 の排液ポート 6 1 が設けられており、第 1 の排液ポート 6 1 の上方には図 5 の状態において処理空間 5 2 から使用済みの薬液、純水、IPA を排出する第 2 の排液ポート 6 2 が設けられている。また、第 1 の排液ポート 6 1 および第 2 の排液ポート 6 2 には、それぞれ第 1 の排液管 6 3 および第 2 の排液管 6 4 が接続されている。

また、垂直壁 2 6 b の上部には、図 4 の状態において処理空間 5 1 を排気する第 1 の排気ポート 6 5 が設けられており、第 1 の排液ポート 6 5 の下方には図 5 の状態において処理空間 5 2 を排気する第 2 の排気ポート 6 6 が設けられている。また、第 1 の排気ポート 6 5 および第 2 の排気ポート 6 6 には、それぞれ第 1 の排気管 6 7 および第 2 の排気管 6 8 が接続されている。

次に、処理液供給機構の一実施形態である吐出ノズル 5 4 ・ 5 6 について詳細に説明する。吐出ノズル 5 4 ・ 5 6 は共に同じ構造のものをを用いることができることから、以下、吐出ノズル 5 4 を例として説明することとする。

図 6 A は、吐出ノズル 5 4 の一実施形態である吐出ノズル 5 4 a を示した斜視図であり、図 6 B は、図 6 A 中の矢印 A A 図である。吐出ノズル 5 4 a の一表面には、吐出口 5 3 a が形成された部材 9 1 が取り付けられており、1 カ所の吐出口 5 3 a から吐出される処理液は、1 枚のウエハ W の処理面にのみ当たるように設計されている。例えば、吐出ノズル 5 4 a は 2 6 カ所の吐出口 5 3 a を有しているが、各吐出口 5 3 a は、処理面が一方を向くように所定の間隔で平行に保持された 2 6 枚のウエハ W を 1 枚 1 枚に、処理液を吐出する。なお、吐出ノズル 5 4 a の背面には、処理液の供給管 9 2 が配設されている。

図 6 B に示されるように、また、後に図 8 B を参照しながら説明するように、吐出口 5 3 a から吐出される処理液は、鉛直方向（点線 P P）と所定の角度  $\theta$  をもってウエハ W に吐出される。従って、図 6 A、図 6 B に示されるように、吐出ノズル 5 4 a に吐出口 5 3 a が形成された円柱形の部材 9 1 を取り付ける際には、部材 9

1を取り付ける吐出ノズル54aの台座部分に、予め角度 $\theta$ の勾配を形成しておく  
と、部材91の取り付けが容易となる。部材91は、ねじ止め等の方法により固定  
することができる。

図6Cは、図6B中C-C線に沿う断面図である。但し、この図においては部材  
91は省略している。

この図に示すように、吐出ノズル54aの内部には、処理液が通過するノズル内  
通路153が形成されている。このノズル内通路153は、その通路の延在方向に  
垂直の断面が矩形状になるように形成されており、また、このノズル内通路153  
からは、部材91の吐出口53aに至る分岐通路155が形成されている。この分  
岐通路155には、部材91が装着される部材取付け部91aが設けられており、  
この部材取付け部91aに部材91を装着するようになっている。

ここで、ノズル内通路153が、断面矩形状になされているのは、このようにす  
ることによって、吐出口53aから平面状に吐出液を噴射する場合に、この平面状  
の噴射によじれ等が生じにくく、噴射形状の平面度を保ちやすいからである。これ  
に対して、ノズル内通路が断面円形の場合は、吐出口からの噴射がよじれてしまい、  
処理液のウエハへの供給が不均一になってしまう。このようなことから、この吐出  
ノズルにおいては、ノズル内通路を断面矩形状に形成することによって、噴射形状  
の平面度を維持し、ウエハへの処理液の供給を均一に行うとともに、噴射液がウエ  
ハから外れて液が無駄になることを防止している。

図6A、図6Bにおいて、吐出口53aが千鳥状に配置されているのは、部材9  
1の大きさを考慮し、また、ウエハWの保持間隔に対応させたものである。従って、  
部材91の形状を変更することにより一列に配置することもできる。その場合には、  
吐出ノズル54aを細くすることが可能であるから、吐出ノズル54aの配置ス  
ペースが小さくなり、処理チャンバの小型化を図ることも可能となる。

なお、ウエハWの保持間隔を長くすることによっても、吐出ノズル54aにおけ  
る吐出口53aの配置を一列とすることも可能であるが、その場合には、吐出ノズ  
ルは細くなる一方で長くなり、ウエハWの保持スペースも増大することから、処理  
チャンバや処理装置の大型化を招くこととなる。

図7は、吐出ノズル54の別の実施形態である吐出ノズル54bを示す斜視図で

あるが、図 7 に示されるように、吐出口 5 3 b は、吐出ノズル 5 4 b の基台 9 2 表面に直接に、一体的に形成することもできる。この場合には、吐出口 5 3 b を一列に配設することが容易であり、また、部材 9 1 等の取り付けも必要でなく、形状をコンパクトなものとすることができる。

次に、上述した吐出ノズル 5 4 a を例に、処理液の吐出状態について説明する。図 8 A、図 8 B は、一の吐出口 5 3 a から吐出される処理液の形態を示しており、図 8 A はウエハ W の処理面に垂直な方向から見た図であり、図 8 B は図 8 A 中の矢視 B B 図であり、一例として、処理面が一方向を向いた 4 枚のウエハ W について示されている。図 8 A に示されるように、吐出口 5 3 a から処理液は、平面状に所定の角度をもって広がりながら、ウエハ W の処理面に当たるように吐出され、ウエハ W の液処理が行われる。

平面状に吐出された処理液（以下、「平面状吐出液」という。）9 9 は、当然に一定の厚みを有しており、図 8 B 中に示されるように、ウエハ W に当たる前においては、厚み  $T_1$  は、例えば、0.5 mm ～ 5 mm 程度である。また、図 8 B に示されているように、平面状吐出液が平面状ウエハ W に当たった部分の長さ  $T_2$  は、厚み  $T_1$  よりも大きな値となり、厚み  $T_1$  および角度  $\theta$  に依存して変化する。このように、平面状吐出液 9 9 の各面は厳密には平行ではないが、以下の説明においては、略平行にあるものとして説明することとする。

なお、吐出口が幅広の場合には、吐出ノズルそのものが大型化する問題が生ずることから、吐出口を小さく形成して、しかも処理液が扇状に吐出される構造とすることが好ましい。

図 8 B に示されるように、このような平面状吐出液 9 9 は、ウエハ W の略中心に当たるように所定の角度  $\theta$  で吐出されることが好ましい。平面状の処理液 9 9 が所定の角度をもってウエハ W に当たる際には、その衝突部分の形状は略線状となることから、前述した「ウエハ W の略中心に当たる」状態とは、処理液 9 1 がウエハ W の略中心を通る径方向に当たることを意味する。

すなわち、図 8 に示される点線で囲まれた領域 S において、ウエハ W に処理液が直接に当てられることとなるが、この場合には、処理液を吐出している状態で、ウエハ W は所定の向きに回転していることから、ウエハ W にむらなく処理液が当てら

れることとなる。

ここで、図 8 A において、吐出口 5 3 a からの処理液の噴射角度  $\phi$  は、この図に示すように、ウエハ W の略中心を通る直径をカバーするような角度が好ましい。この角度  $\phi$  が、図 8 C に示すようにこれより小さいとウエハの周縁部に未処理部分が出てしまい、一方図 8 D に示すようにウエハの直径より大きくなると無駄となる処理液が出てしまい、処理効率が低下する。

このように、処理液をウエハ面に対して所定の角度をもって噴射しているので、処理液がウエハ W の上部外縁部に当たって飛散することがほとんどなく、処理液を最も効率的にウエハ W へ当てることが可能となり、処理液の節減と処理時間の短縮が図られる。さらに、処理液は吐出勢いの強い状態でウエハ W に当たることから、ウエハ W の表面に付着したパーティクル等を効果的に除去することが可能となる。

なお、図 8 B に示される平面状吐出液 9 9 とウエハ W の処理面とがなす角  $\theta$  は、ウエハ W 間の距離に応じて変えることができる。例えば、ウエハ W 間の距離が長い場合には、角度  $\theta$  を大きくすることができるが、ウエハ W の保持スペースは処理液が均一に供給される範囲で小さくすべきことが好ましいことを考慮すると、例えば、直径 8 インチのウエハ W では、その面間隔を 3 mm ~ 8 mm 程度として、角度  $\theta$  を  $0.8^{\circ} \sim 1.3^{\circ}$  程度とすることができる。

上述したように、平面状吐出液 9 9 が所定角度でウエハ W に当たるように、吐出口 5 3 a はウエハ W の処理面から処理面に垂直な方向に所定距離 L 1 ほど離れ、かつ、ウエハ W の径方向に外延した位置に配置される。従って、吐出口 5 3 a はウエハ W の厚み方向の外延上にはないことから、吐出ノズル 5 4 a が保持されたウエハ W の上方に設置され、吐出口 5 3 a から液垂れが生じても、ウエハ W に液跡が生ずることはない。

次に、図 9 A は、図 6 A に示す吐出ノズル 5 4 a を改良した吐出ノズル 5 4 c を示すものである。この吐出ノズル 5 4 c は、26 個の吐出口を有する吐出ノズル 5 4 a の両端部にさらに 1 個ずつのダミー吐出口 5 3 c を設けたものである。これは、つぎのような理由によるものである。すなわち、図 9 C に示すように、図 6 A に示す吐出ノズル 5 4 a では、それぞれの吐出口 5 3 a から扇状の処理液を噴射すると、両サイドの吐出口 5 3 a から噴射された処理液が内側へ偏向する傾向があった（こ

の現象は、処理液の供給圧が高い場合、換言すると噴射速度が速い場合に起こるものである)。これは、中央部の噴射流により発生する気流によって中央部と外縁部との間に気圧差が生じ、気圧の低い中央部に向かって両サイドの噴射流が外側から押されるためと考えられ、このため、両サイドの噴射流の噴射方向が本来の方向からずれてしまい、噴射速度が速い場合、両サイドのウエハに処理ムラが生じやすいという問題があった。

この図 9 A に示す吐出ノズル 5 4 c は、このような欠点を改良したものであって、被処理ウエハのそれぞれに対応した吐出口 5 3 a の両側にさらに 1 つずつダミー吐出口 5 3 c を設けている。そして、図 9 B に示すように、このダミー吐出口 5 3 c からの噴射流を偏向させることによって、本来のウエハに対応した吐出口 5 3 a からの噴射流の偏向を防止するようにしている。

次に、図 10 A は、図 6 A に示す吐出ノズル 5 4 a を改良したもう一つの吐出ノズル 5 4 d を示すものである。この吐出ノズル 5 4 d は、1 列 13 個の吐出口 5 3 a を 2 列有する吐出ノズル 5 4 a を、その列ごとに分けて、13 個ずつの吐出口 5 3 a を有する 2 つの吐出ノズル 5 4 d、5 4 d としたものである。一方の吐出ノズル 5 4 d は奇数番目のウエハに、他方のノズル 5 4 d は偶数番目のウエハに液を噴射する。この吐出ノズル 5 4 d は、ウエハ W の中心に対して周方向に角度  $\mu$  だけ離間して配置されている。このようにすることによって、一方の吐出ノズル 5 4 d に関して、隣接する吐出口、換言すると、隣接する噴射流の間隔が、図 9 A での隣接する噴射流の間隔の 2 倍になっているので、中央部に大きな気流が発生しにくい。よって中央部と外縁部との気圧差もなくなる。もう一方の吐出ノズル 5 4 d も同じである。従って、図 9 C で示した両サイドの吐出口からの噴射流の中央部への引き寄せを防止することができ、処理の均一化を図ることができる。

次に、吐出ノズルの処理チャンバ内での好適な配設位置について説明するが、以下の形態は、内側チャンバ 2 7 と吐出ノズル 5 6、外側チャンバ 2 6 と吐出ノズル 5 4 との関係について適用することができる。

図 11 は、吐出ノズル 8 1 a ~ 8 1 c の配設位置の一形態を示す断面図および正面図であり、断面図では吐出ノズル 8 1 a ~ 8 1 c は図示されていない。図 11 に示された 3 本の吐出ノズル 8 1 a ~ 8 1 c の配設位置は、図 11 に示される位置に

限定されるものではなく、また、例えば、吐出ノズル 8 1 a として前述した処理液を平面状に吐出する吐出ノズル 5 4 a を、吐出ノズル 8 1 b ・ 8 1 c として処理液が円錐状に吐出される吐出ノズルを配設することもできる。

チャンバ 8 2 の胴部下側には、処理液を確実に排出するために勾配が設けられている。この傾斜角  $\delta$  は、水平方向に対して  $3^\circ$  以上、好ましくは  $5^\circ$  以上とすることが好ましい。一方、傾斜角  $\delta$  が大きい場合には、チャンバ 8 2 が大型化することから、傾斜角  $\delta$  は  $10^\circ$  以下とすることが好ましい。なお、チャンバ 8 2 では胴部上側にも勾配が形成されているが、この上側の勾配は必ずしも必要なものではない。

吐出ノズル 8 1 a ～ 8 1 c は、ウエハ W の上方外延範囲外かつ水平位置より上方の範囲に配設されている。「ウエハ W の上方外延範囲外に吐出ノズル 8 1 a ～ 8 1 c が配設される」状態とは、吐出ノズル 8 1 a ～ 8 1 c の下方に降ろした場合でも吐出ノズル 8 1 a ～ 8 1 c がウエハ W と接触しないことを意味する。また、「吐出ノズル 8 1 がウエハ W の水平位置より上方にある」とは、チャンバ 8 2 内の所定位置に保持されたウエハ W の中心を通る水平面（図 9 の二点鎖線 HH）より上方にあるということを意味する。

このような位置に吐出ノズル 8 1 a ～ 8 1 c を配置することにより、吐出ノズル 8 1 a ～ 8 1 c に付着した処理液の液垂れ等が生じても、ウエハ W に付着することがない。つまり、各種の処理液の吐出後の乾燥処理時等に、吐出ノズル 8 1 a ～ 8 1 c から落ちてきた液滴がウエハ W に再付着して、ウエハ W に部分的な液跡が発生することが回避される。

なお、ウエハ W は、処理液が吐出される液処理時とその後の乾燥処理時等には、回転処理されることから、チャンバ 8 2 内の処理空間では、ウエハ W の回転方向に気流が生ずることとなる。特に、乾燥を行う場合には、吐出ノズル 8 1 a ～ 8 1 c に処理液が付着していた場合には、生じた気流によって付着液が飛散し、ウエハ W に液跡が生ずる場合があり、製品の不良の発生を引き起こしかねない。

このような問題を解決するため、例えば、図 1 1 中矢印 R で示される反時計回りにウエハ W が回転する場合には、ウエハ W の回転によって生ずる気流の風下に当たる側に配設されることとなる吐出ノズル 8 1 a は、ウエハ W の上方外延範囲外かつ水平位置より上方の範囲に配設すると、液垂れによってウエハ W に液跡が生ずるこ

とが回避される。

例えば、図 1 1 では、吐出ノズル 8 1 a は二点鎖線 HH とのなす角が約  $45^{\circ}$  の位置に、吐出ノズル 8 1 b は二点鎖線 HH とのなす角が約  $30^{\circ}$  の位置に配置されているが、このような角度はチャンバ 8 2 の胴部の内径と処理するウエハ W の外径、および吐出ノズル 8 1 a ・ 8 1 b の形状によって変化するから、吐出ノズル 8 1 を二点鎖線 HH とのなす角が約  $60^{\circ}$  といった高い位置に配設することもできる。

一方、ウエハ W の回転によって生ずる気流の風上側に配設されることとなる吐出ノズル、例えば、図 1 1 中の吐出ノズル 8 1 c については、二点鎖線 HH とのなす角が約  $30^{\circ}$  以下の水平位置に近い低い位置に配設し、たとえ吐出ノズル 8 1 c に付着していた処理液が気流に乗ってウエハ W に近づくように飛ばされても、ウエハ W に付着することなく下方へ落ちるように設定することが好ましい。

ところで、吐出ノズルは、上述した吐出ノズル 8 1 a ～ 8 1 c のように水平位置より上方に好適に設けられるが、上方より流れてくる、或いは降ってくる処理液を再度噴き上げない程度の位置なら、吐出ノズル 8 1 d のように、水平位置よりも若干下方の領域、例えば、二点鎖線 HH とのなす角が約  $10^{\circ}$  以内の範囲、に配設することもできる。

上述した図 1 1 に示される各種ノズルの配置を用いた場合の処理シーケンスの例として、薬液処理、IPA 洗浄、純水リンス処理、乾燥をこの順序で行うことを考えると、薬液および IPA を使用するときは、平面状に処理液を吐出する吐出ノズル 8 1 a を用い、純水を使用するときは、円錐状に処理液が吐出される吐出ノズル 8 1 b ・ 8 1 c を使用すると、処理液の消費量を抑えて、効率よく短時間で処理を終了することができる。なお、吐出ノズル 8 1 b ・ 8 1 c として、平面状に処理液を吐出する吐出ノズルを用いることもできる。

なお、上述のような吐出ノズルの周方向位置は、主にアウターチャンバで問題となり、インナチャンバでは特に問題とはならない。これは、インナチャンバでは、乾燥処理を行わないので、薬液の吐出口からの滴りを問題にしなくてもよいからである。

上述した実施形態は、複数のウエハ W をその処理面が一方の向きに揃うように保持された場合で、平面状吐出液を所定角度でウエハ W の略中心に当てる液処理に関



してのものであるが、平面状吐出液の面がウエハWの処理面と略平行となるように、処理液を吐出することもできる。

平面図、図12A、および正面図、図12Bに示す吐出ノズル54eは、前述した吐出ノズル54aに取り付けられた部材91を使用しているが、部材91が取り付けられている台座部分に傾斜部が形成されていない構造を有している。部材91には吐出口53aが形成されており、吐出ノズル54aの場合と同様に、吐出口53aからは平面状吐出液99が吐出される。なお、図12Aでは、一方の列の部材91と他列の部材91の突出高さを変えて示してあるが、この高さは同じであってもよいし、図のように異ならしめてもよい。

ウエハWの処理面と略平行に吐出される平面状吐出液99をウエハWの処理面に効率的に当てるためには、先に示した図8A、図8Bと同様に記した図13A、図13Bに示すように、ウエハWの処理面と吐出口53aの水平方向の距離L1は、ウエハWに当たる部分における平面状吐出液99の厚みを考慮して、ウエハWの側面に当たる平面状吐出液99が多くなり、一方、ウエハWに当たらずにそのまま下方へ落ちて排出される平面状吐出液99もまた多くなり、適切な値に設定すればよい。

平面状吐出液99がウエハWの処理面に近接して吐出された場合には、静電的な力等によって平面状吐出液99がウエハWに引き寄せられてウエハWの処理面を濡らし、また、平面状吐出液99は、ウエハWの回転によって生ずる処理液の複雑な流れと衝突する。こうして、使用される処理液の利用効率は、前述したように、平面状吐出液99を所定の角度を設けてウエハWに当てる場合と比較しても大きく低下せず、従来のように円錐形に処理液を吐出した場合と比較して、大きく向上する。

上述したように、平面状吐出液99をその平面がウエハWの処理面と略平行となるように吐出する場合には、ウエハWをその処理面が所定間隔で略平行に対向するように保持して液処理を行うことも可能である。この場合、2枚のウエハWに対して1カ所の吐出口が形成されていればよい、吐出ノズルのコンパクト化が図られる。また、ウエハW間の距離をウエハWどうしの衝突等が起こらない範囲で近接させることも可能であり、処理チャンバの小型化も図られる。

図14は、図8A、図10B、図13Aに示す場合と異なり、その平面状吐出液113を、ウエハの中心を通る直径の半分の半径位置115に当たるようにしたものである。そして、ウエハを、吐出液の噴射方向とウエハの周方向速度 $v$ とが対向するように回転させたものである。このようにすると、半径位置115におけるウエハの周方向速度 $v$ と吐出液の噴射速度が加算されて相対速度が大きくなる。従って、より強力に洗浄効果を発揮することができる。

図15A、図15Bは、2枚のウエハWと1カ所の吐出口53aとの位置関係および平面状吐出液99の吐出形態を示す説明図であり、図15Aは、ウエハWの処理面に垂直な方向から見た図であり、図15Bは図15A中の矢視DD図である。吐出口53aは2枚のウエハW間の中間上空に配置している。また、平面状吐出液99が、2枚のウエハWの処理面の両方に当たるように、ウエハWの処理面と一定の角度 $\beta$ をもって吐出されるように、吐出口53aの角度が調整されている。また、扇型の吐出形態は、その厚さを所定の値にしてウエハの中心部にも処理液がかかるようにする。

この場合でも、処理液がウエハ処理面に近接して吐出されているために、静電的な力等によって処理液がウエハWに引き寄せられてウエハWの処理面を濡らし、また、ウエハWの回転によって生ずる処理液の複雑な流れと衝突するため、2枚のウエハWの処理面が同時に液処理される。従って、ノズルの設置数を半分にすることができ、コストの低減を図ることができる。その一方で、ウエハWの側面に当たる処理液は少ないために、処理液の利用効率の向上が図られる。なお、2枚のウエハW間の距離が近接している場合には、平面状吐出液99の平面がウエハWの処理面と略平行となるように、ウエハW間に吐出することも可能である。

さて、上述した種々の実施の形態において、吐出される処理液の電気抵抗が高い場合、例えば、洗浄用の純水を処理液として用いた場合には、静電気の発生により、場合によってはウエハWが破損するときがある。そこで、例えば、処理液に二酸化炭素( $\text{CO}_2$ )を溶解して、このような破損が起こらない程度に静電気の発生を抑制することが好ましい。

$\text{CO}_2$ の溶解方法としては、逆浸透膜を用いる方法もあるが、処理液を送るために用いられるタービン型ポンプ等の昇圧ポンプに直接に送り込み、ポンプの昇圧動作

を利用して、ポンプ内で攪拌、混合する方法を用いると、逆浸透膜を用いなくともよく、装置コスト、ランニングコストを安価なものとする事ができる。

以上、本発明の実施の形態について説明してきたが、本発明が上記実施の形態に限定されるものでないことはいうまでもなく、種々の変形が可能である。例えば、上記実施の形態では、外側チャンバ26および内側チャンバ27の2つの処理チャンバを用いて液処理を行う場合について説明したが、チャンバは1つであってもよいし、3つ以上であってもよい。また、上記実施の形態では本発明を洗浄処理に適用した場合について示したが、これに限らず、所定の塗布液を塗布する塗布処理等の他の液処理等に適用することも可能である。さらに、半導体ウエハに適用した場合について示したが、これに限らず、液晶表示装置（LCD）用基板等、他の基板の処理にも適用することができる。

上述の通り、本発明によれば、各基板の処理面を目標として処理液が吐出されることから、従来基板側面に当たって無駄に排出されていた処理液の量を低減し、少量、短時間の液処理で、効率的に基板表面のコンタミネーションを除去しつつ、基板全体にわたって均一な液処理を行うことが可能となる。これにより、本発明は、液処理に係る材料コスト、ランニングコストの両方の処理コストが低減されるという顕著な効果を奏する。また、基板の処理面を対向させて処理する場合には、吐出ノズル（処理液供給機構）に形成される吐出口の数を半減させ、よりコンパクトなものとする事ができ、吐出ノズル自体の製造コストの低減と、処理チャンバのスペースユーティリティの向上が図られる。さらに基板間の距離を短縮して、処理チャンバを小型化し、液処理装置そのものの小型化が図られる等、優れた効果を奏する。



## WHAT IS CLAIMED IS :

1. 被処理基板を収容する処理チャンバを取り囲む処理容器と、

前記被処理基板に処理液を供給して液処理を行うノズルであって、前記処理液を平面状に吐出する吐出口を有するノズルと、  
を備えたことを特徴とする液処理装置。

2. 前記被処理基板は、その被処理面が略平行になるように配置された複数の被処理基板であり、

前記吐出口は、前記複数の被処理基板に並設されていることを特徴とする請求の範囲第1項に記載の液処理装置。

3. 前記被処理基板は、その略中心まわりに回転するようになされていることを特徴とする請求の範囲第2項に記載の液処理装置。

4. 前記吐出口は、前記複数の被処理基板の1枚の基板に対して1つずつそれぞれ設けられていることを特徴とする請求の範囲第2項に記載の液処理装置。

5. 前記複数の被処理基板は、隣接する前記被処理基板の前記被処理面が対向するように配置され、前記吐出口は、前記被処理面が対向している前記一对の被処理基板に対して1つずつ設けられていることを特徴とする請求の範囲第2項に記載の液処理装置。

6. 平面状に吐出される前記処理液が前記複数の被処理基板間に吐出されることを特徴とする請求の範囲第2項に記載の液処理装置。

7. 平面状に吐出される前記処理液が、前記被処理基板の被処理面に対して斜め方向に吐出され、前記被処理基板の略中心に当たるように吐出されることを特徴とする請求の範囲第3項に記載の液処理装置。



8. 前記吐出口が、前記被処理基板の被処理面からこの被処理面に対して垂直方向に離間し、かつ前記被処理基板の径方向外方に位置していることを特徴とする請求の範囲第2項に記載の液処理装置。

9. 前記処理液の吐出形状が略扇形であることを特徴とする請求の範囲第1項に記載の液処理装置。

10. 前記被処理基板は円盤状であり、前記被処理面に吐出される平面状の処理液の前記被処理面上での幅は、前記被処理基板の直径に略等しいことを特徴とする請求の範囲第7項に記載の液処理装置。

11. 前記ノズルは、前記被処理基板に対応して形成された複数の台座を有するノズル本体と、

前記吐出口が形成され前記複数の台座に装着されたノズル部材と、  
を有し、

前記台座は、前記ノズル部材が前記被処理基板の前記被処理面に対して斜めに処理液を吐出できるように傾斜して形成されていることを特徴とする請求の範囲第7項に記載の液処理装置。

12. 前記ノズルは、ノズル本体を有し、このノズル本体に前記複数の吐出口が前記被処理基板の前記被処理面に対して斜めに処理液を吐出できるように傾斜して直接形成されていることを特徴とする請求の範囲第7項に記載の液処理装置。

13. 前記複数の吐出口は、前記複数の被処理基板のそれぞれに対応して配置された複数の主吐出口と、この主吐出口のうち最も両外側に位置する吐出口のさらに外側にそれぞれ設けられた副吐出口と、を有することを特徴とする請求の範囲第4項に記載の液処理装置。

14. 前記ノズルは、前記被処理基板に対して周方向に離間して配置された第1のノズルと第2のノズルとを有し、前記第1のノズルは、前記配列された複数の被処理基板のうち1つおき位置している被処理基板に処理液を吐出する複数の第1の吐出口を有し、前記第2のノズルは、前記配列された複数の被処理基板のうち、前記第1のノズルの前記第1の吐出口が処理液を吐出する被処理基板以外の1つおきの被処理基板に対して処理液を吐出する複数の第2の吐出口を有していることを特徴とする請求の範囲第4項に記載の液処理装置。

15. 前記吐出口が、前記被処理基板の中心軸線を含む水平面より上方の空間であって、かつ前記被処理基板の上方投影空間以外の位置に配設されていることを特徴とする請求の範囲第2項に記載の液処理装置。

16. 前記処理容器の下側内面に、水平方向とのなす角が $5^{\circ}$ 以上となる勾配が形成されていることを特徴とする請求の範囲第1項に記載の液処理装置。

17. 前記ノズルは前記吐出口へ処理液を供給するノズル内通路を有し、このノズル内通路は断面略矩形状に形成されていることを特徴とする請求の範囲第1項に記載の液処理装置。

18. 複数の被処理基板を保持するウエハ保持部材と、  
このウエハ保持部材が架設された円盤と、  
これら円盤とウエハ保持部材とを収容する処理容器と、  
この処理容器の内面であって、前記円盤と対向する部分に設けられ、前記円盤の前記処理容器内面側の面に洗浄流体を供給する吐出口と、  
を備えたことを特徴とする液処理装置。

19. 処理液を平面状に吐出する吐出口が形成されたノズルを使用し、処理容器内に保持された基板に前記処理液を供給する液処理方法であって、  
前記平面状に吐出された処理液を、前記被処理基板の被処理面に対して斜め方向

[illegible][illegible][illegible]

[illegible]